

氏 名	グツ ドリン GUTU DORIN
学 位 の 種 類	博士（工学）
学 位 記 番 号	富理工博甲第 77 号
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 24 日
専 攻 名	数理・ヒューマンシステム科学専攻
学位授与の要件	富山大学学位規則第 3 条第 3 項該当
学位論文題目	A STUDY OF FACIAL ELECTROMYOGRAPHY FOR IMPROVING IMAGE QUALITY ASSESSMENT (画質評価性能改善のための表情筋の筋電図の検討)
論文審査委員 (主査)	菊島 浩二 堀田 裕弘 田島 正登 佐藤 雅弘 作井 正昭

PH.D. THESSIS – ABSTRACT

Author: GUTU DORIN

Affiliation: GRADUATE SCHOOL OF SCIENCE AND ENGINEERING FOR EDUCATION,
UNIVERSITY OF TOYAMA

Thesis title: A STUDY OF FACIAL ELECTROMYOGRAPHY FOR
IMPROVING IMAGE QUALITY ASSESSMENT

In recent years, research in image quality assessment has been focused on the biological information approach. This approach improves on the traditional questionnaire-based method, which suffers from major flaws caused by the difference in response results and the difference in rating scales between subjects. It has been argued that image quality assessment using biological information is less likely to suffer from these issues. We focus our research on Facial Electromyography (fEMG) for biological information extraction.

In previous research [1, 2, 3], it has been established that facial expressions contain more emotional essence compared to the tone of voice or the content of spoken message. We used this premise to hypothesize a significant relationship between facial muscle activity and image quality assessment and ultimately improving Quality of Experience [4].

The long term scope of our research is to develop objective evaluation methods for automatically assessing and improving Quality of Experience (QoE). In order to accomplish this goal, we need to identify the relationship between the activity of facial muscles and perceived image degradation. This crucial relationship is still completely unknown and that is why at this stage we are focusing on understanding and quantifying this relationship by using subjective assessment methods.

The current stage of our research has been actively focused on determining the reaction of muscle movements while a subject was observing image quality degradation. We physically measure facial muscle activity using an electromyograph. At the same time, we asked subjects to assess image quality using questionnaires in order to obtain subjective scores of image degradation. By comparing the results of the electromyogram and voting by questionnaires, we can deduce a connection and assemble a MOS prediction method, by using the regression analysis [5].

Stepwise regression analysis have been conducted on an individual basis for each subject from the point of view of QoE. We do not need or attempt to average or deduct statistical models from our experiment, but rather identify specific relations between facial muscle activity and the sensation of image quality degradation [6].

We have also advanced the model a step further, by introducing a new set of variables - Image Entropy [7], which focuses on the contents represented in the images, and the different features represented, compared to the general look at all images as equal input sets. The results of the Multiple Regression Analysis using the additional variables of Entropy and Δ entropy have proven that image contents is also a crucial factor in establishing a robust image quality prediction model. Some images contain obvious (for the human eye) image degradations. However, compared with the human eye, it is very difficult to express these indications in quantifiable measurements, unless we use content-dependent variables like Entropy. These are very important factors, which have helped improve the accuracy of the prediction model.

The findings of this study can serve as a new paradigm in future research based on biological input for Image Quality Assessment. It can be used as a base for a multitude of applications that will replace the intrusive method of Electromyography with face detection and image processing or similar approach. Doing so, will help improve Quality of Experience for the users, which is the ultimate goal of Image Quality Assessment research.

References

- [1]. H. Julia Hannay, "Experimental Techniques in Human Neuropsychology", Oxford University Press, 1988, p.457-478
- [2]. Aimé Lay-Ekuakille, "Wearable and Autonomous Biomedical Devices and Systems for Smart Environment", Issues and Characterization, 2010, p.354
- [3]. Marco Barbero, Roberto Merletti, Alberto Rainoldi, "Atlas of Muscle Innervation Zones: Understanding Surface Electromyography and Its Applications", Springer, 2012
- [4]. Zhou Wang, Alan Conrad Bovik, "Modern Image Quality Assessment", Morgan and Claypool Publishers, January 2006
- [5]. George A. F. Seber, Alan J. Lee, "Linear Regression Analysis", John Wiley & Sons, Jan 20, 2012. pp 391-427
- [6]. H.R. Wu, K.R. Rao, "Digital Video Image Quality and Perceptual Coding", CRC Press, Nov 18, 2005. PP.559-567
- [7]. Jacob Cohen, Patricia Cohen, Stephen G. West, Leona S. Aiken, "Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences", Routledge, Jun 17, 2013

【審査結果の要旨】

当学位論文審査委員会は、申請論文“A STUDY OF FACIAL ELECTROMYOGRAPHY FOR IMPROVING IMAGE QUALITY ASSESSMENT（画質評価性能改善のための表情筋の筋電図の検討）”を詳細に査読し、また、論文発表会を平成27年2月9日に公開で開催し、詳細な質疑を行って論文の審査を行った。以下に、審査結果の要旨を示す。

イメージメディアを取り扱う技術のデジタル化は、撮像・通信・放送・蓄積・表示・印刷など、さまざまな分野で急速に浸透しており、それらに要求される品質についての議論も活発に行われている。特に、通信・放送サービスを対象とした、イメージメディアの品質については、ITU-T勧告P.10/G.100においてQoE (Quality of Experience) とQoS (Quality of Service) という品質尺度が定義されている。従来、通信・放送サービスの品質を表す用語としてQoS が用いられてきた。しかし、現在、より良い通信サービスを提供するためには、実際にサービスを利用するユーザが体感する品質QoE（ユーザ体感品質）を適切に管理する必要があると考えられている。

通信・放送サービスで扱われるイメージメディアのデジタル化を支える技術としては、符号化技術とその品質評価技術IQA (Image Quality Assessment) がある。符号化技術を用いることで、メディア自体の情報量を大幅に削減することができ、伝達、記録、保管など、情報システムにおいて非常に取り扱いやすくなる。一方、これにより符号化時に雑音が付加されイメージメディアに品質劣化が生じる。通信・放送サービスで扱われるイメージメディアでは、その品質の良し悪しが、サービス全体の良し悪しを支配し、ユーザの満足度に大きく左右する要因となることが知られている。

このイメージメディアの品質評価は、人の主観によるアンケート形式の画質評価実験を行う場合が多い。主観的な画質評価実験では、安定した評価結果を得るためには、評定者の選定に注意が必要となり、また、実験には人的・時間的に多大なコストを要し、専用の設備を必要とするため、必ずしも容易に行えるものではない。これら主観的な画質評価の課題(人的・設備的なコスト、レスポンス性)を解決するため、生体情報を利用した画質評価技術が注目を浴びている。生体情報は、脳波や脳血流を代表として眼球運動や表情筋活動、心拍など多岐にわたり、これらを利用した様々な取り組みが試みられている。主観的な画質評価は感性的な側面も考えられることから、人の表情に注目した表情筋活動が画質評価へ利用できるかの検討が必要とされ、本学位論文では、このような時代の流れに即して研究課題が設定された。

本論文は、八章から構成されている。以下にその概要について述べる。

第一章では、イメージメディアの品質評価技術の必要性、特に人の表情などを利用した理想的な客観評価法について述べ、本研究の目的と概要について述べている。

第二章では、放送・通信サービスで扱われるイメージメディアの品質評価技術である主

観的画質評価法と客観的画質評価法、QoSとQoEの違いなどについて述べている。

第三章では、生体情報計測を利用したIQAに関係するこれまでの技術について述べ、それらの課題について述べている。

第四章では、表情筋筋電図とそれを測定する脳波測定装置と、これを利用した表情筋筋電図測定fEMG(facial Electromyograph)について述べている。

第五章では、fEMGの具体的な測定方法、評価条件、主観評価方法やデータの処理方法などについて述べている。

第六章では、統合EMG(integrated EMG)を定義して表情筋筋活動の評定者間の比較検討を行い、アンケート形式で得られた主観評価値MOS(Mean Opinion Score)と有意な筋活動について解析し、これを利用した回帰モデルによるMOS推定について提案し、その推定精度について述べている。

第七章では、推定精度の向上のために画像のエントロピー情報を利用した回帰モデルの完全を検討している。提示画像のエントロピーに加え原画像とのエントロピーとの差分情報を利用することで、大幅な特性改善が行われている。

第八章では、今後の展望を述べ、本研究の成果を総括している。

本研究の内容は3篇の学術論文(欧文)として掲載されており、国際会議でも2篇発表している。

よって、当博士論文審査委員会は本申請論文が博士の学位を授与することに十分に値するものと認め、合格と判断した。